



Projet n°. 015403

FONIO

**Amélioration de la qualité et de la compétitivité de la filière fonio en
Afrique de l'Ouest**

Projet de Recherche spécifique ciblé (STREP)
INCO

WORK PACKAGE 6

Acquisition des connaissances sur les systèmes de culture à base de fonio et voies
d'amélioration de la productivité

D 34

**Liste et conception des expérimentations de terrain
appropriées concernant la caractérisation variétale et
l'amélioration des performances de l'environnement
biophysique du système de culture**

Authors: **Brice DUPUIS (CRAW), Jacques GIGOU (IRAG), Michel VAKSMANN (IER),
N'Famara CISSE (IRAG), Francis FOREST (Cirad), Didier STILMANT (CRAW)**

Workpackage leader : Didier STILMANT (CRA-W)

Project coordinator : Jean-François CRUZ (Cirad)

CRA-W: Centre Recherches Agronomiques Wallon (Belgique)

Mars 2007

Projet co-financé par la Commission Européenne au cours du 6ème programme cadre (2002-2006)		
Niveau de diffusion		
PU	Public	
PP	Restreint aux participants d'autres programmes (Services de la Commission inclus)	
RE	Restreint à un groupe spécifié par le consortium (Services de la Commission inclus)	X
CO	Confidentiel, restreint aux membres du consortium (Services de la Commission inclus)	

Authors : **Brice DUPUIS** ⁽¹⁾, **Jacques GIGOU** ⁽²⁾, **Michel VAKSMANN** ⁽³⁾, **N’Famara CISSE** ⁽²⁾,
Francis FOREST ⁽⁴⁾, **Didier STILMANT** ⁽¹⁾

(1) CRA-W (Centre de Recherches Agronomiques Wallon)
Département des systèmes agricoles
Rue de Serpont, 100 - B-6800 Libramont Belgique

(2) IRAG (Institut de Recherche Agronomique de Guinée),
BP 576, Conakry (Guinée)

(3) IER (Institut d'Economie Rurale)
BP 258, Bamako (Mali)

(4) Cirad (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement)
Département: Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux
UPR Couverts permanents
Avenue Agropolis - TA B-01 / 07
34398 Montpellier Cedex 5 - France

Ce travail a été réalisé en collaboration avec:

Guinée

- Thierno Alimou DIALLO (IRAG – Bareng)
- Alhassane BALDE (IRAG – Bareng)
- Ansoumane SANE (IRAG – Bareng)
- Gansilé NIEBA (IRAG- Bordo)
- Famoï BEAVOGUI (IRAG- Bordo)

Mali

- Dore GUINDO (IER – Bamako)
- Moussa Daouda SANOGO (IER – Cinzana)

Burkina Faso

- Eric VALL (CIRDES – Bobo Dioulasso)

Les auteurs souhaitent également remercier Messieurs Jean-François CRUZ (Cirad – France) et Doré GUINDO (IER – Mali) pour leur soutien.

Nota: Ce travail a été soutenu financièrement par la Commission de la Communauté Européenne. Il ne reflète pas nécessairement les vues et en aucun cas ne préfigure la politique future de la Communauté dans le domaine.

TABLE DES MATIERES

1	Introduction	2
2	Liste des expérimentations de terrain appropriées concernant la caractérisation variétale	2
2.1	Caractérisation paysanne des variétés de fonio	2
2.2	Comparaison par des essais multilocaux en station	2
3	Liste des expérimentations de terrain appropriées concernant l'amélioration des performances de l'environnement biophysique du système de culture	3
3.1	Enquête multilocale du potentiel de production	3
3.2	Réponse à l'eau et aux engrais	3
3.2.1	Essai à blanc	4
3.2.2	Mise au point phytotechnique	4
3.2.3	Réponse aux nutriments	4
3.2.4	Ajustement d'un modèle agro-climatique fonio	5
3.2.4.1	Base de données agro-climatique sur le fonio	5
3.2.4.2	Réponse à la photopériode	5
3.2.4.3	Ajustement du modèle agro-climatique	6
4	Conception des expérimentations de terrain appropriées concernant la caractérisation variétale	7
4.1	Comparaison par des essais « en station »	7
5	Conception des expérimentations de terrain appropriées concernant l'amélioration des performances de l'environnement biophysique du système de culture	10
5.1	Essai à blanc	10
5.2	Mise au point phytotechnique	12
5.3	Réponse à la photopériode	15
5.4	Ajustement du modèle agro-climatique	17
6	Conclusion	18

1 Introduction

Ce document est destiné à tous les partenaires du projet fonio et tout particulièrement aux partenaires du *work package* numéro 6. Ce document reprend les protocoles des expériences menées en station lors de la saison de culture 2006.

Les grandes lignes des protocoles ont été discutées lors de l'atelier de lancement du WP6 à Bamako en mars 2006. Une réunion entre les équipes de Bareng et de Kankan a eu lieu le mardi 6 juin à Kankan afin d'affiner les protocoles à mettre en place en 2006. Cette réunion a permis la rédaction de la plupart des protocoles d'essais.

2 Liste des expérimentations de terrain appropriées concernant la caractérisation variétale

2.1 Caractérisation paysanne des variétés de fonio

Responsable : E. Vall

Ces activités seront menées dans le cadre du Work Package 5. Les données à collecter relatives à la caractérisation paysanne des variétés de fonio ont été intégrées dans un tableau du questionnaire d'enquête du WP5.

Les données recueillies sont : le nom de la variété, la période de semis, la période de récolte, la durée du cycle (en jours), le rendement (kg/h), la couleur du grain, la grosseur du grain, la hauteur de la plante à l'épiaison, la sensibilité aux maladies (faible ;moyenne ;élevée), la sensibilité à la verse (faible ;moyenne ;élevée), la finalité (autoconsommation, vente ou autre).

Trois à quatre écotypes seront collectés par village, à raison de 2 villages étudiés par bassin de production de fonio et de 2 bassins de production identifiés pour les trois pays suivis, à savoir la Guinée, le Mali et le Burkina Faso.

2.2 Comparaison par des essais multilocaux en station

Responsable : N'F. Cissé

Objectif :

Identifier des variétés performantes, à large adaptabilité, présentant des caractéristiques technologiques et commerciales appréciables.

Localisation :

En Guinée : station de Bordo/ Kankan et station de Bareng (Fouta Djallon). Au Mali : station de Cinzana. Ces essais seront menés sur des parcelles homogènes sur chaque site

3 Liste des expérimentations de terrain appropriées concernant l'amélioration des performances de l'environnement biophysique du système de culture

3.1 Enquête multilocale du potentiel de production

Responsables : E. Vall et B. Dupuis

Des mesures de rendement (paille et grain) seront réalisées à partir de 2007. Les modalités exactes d'échantillonnage seront définies en concertation avec les acteurs du WP5.

Le travail se basera sur l'étude de carrés de rendement. Ce suivi sera réalisé sur 60 exploitations, à raison de 20 exploitations par pays (Guinée, Mali et Burkina Faso). Dix parcelles seront suivies par village et 15 parcelles seront suivies lorsqu'on aura plus d'une parcelle par exploitant. Deux villages seront suivis par pays et un village par bassin de production (voir transept défini par le WP5).

Lors de ce suivi, on essaiera de couvrir la diversité existante au niveau du Fonio : précocité de la variété, date de semis, topo-séquence... Par parcelle, on définira 3 placettes de 25 m². On évaluera le rendement en paille et en grain ainsi que la biomasse totale. On prendra soin d'effectuer le fauchage à ras du sol afin de ne pas biaiser le rendement.

Les observateurs enregistreront les itinéraires phytotechniques et des observations seront réalisées à des moments clés : au semis, 45 jours après le semis, à la floraison et en fin de cycle.

3.2 Réponse à l'eau et aux engrais

Responsables : M. Vaksman et J. Gigou

Suite aux discussions qui se sont tenues lors de l'atelier de lancement du projet, les partenaires du WP6 ont décidé de scinder cette thématique en trois phases distinctes.

Premièrement, nous avons deux essais de préparation.

D'une part, un **essai à blanc** destiné à caractériser l'hétérogénéité, en terme de teneur du sol en éléments nutritifs, des parcelles retenues pour l'essai ultérieur de réponse. Cette donnée sera d'une grande valeur (1) pour mettre en place les répétitions de l'essai dans des conditions les plus homogènes possibles et (2) pour interpréter les résultats qui seront obtenus en 2007.

D'autre part, nous avons un essai de **mise au point phytotechnique**, qui fera un premier screening de réponse à des éléments clés et qui permettra de mieux cibler les objets à installer dans l'essai de 2007.

Sur base la des résultats de ces deux séries d'essais réalisés en 2006, l'**essai de réponse aux nutriments** proprement dit sera installé en 2007.

3.2.1 Essai à blanc

Responsable : M. Vaksman

Objectif :

Mettre en place une culture qui épuisera le sol en ses différents nutriments de manière à en accroître l'uniformité. Afin d'évaluer le niveau d'hétérogénéité en place, la récolte sera réalisée sur base de parcelles adjacentes de 50 m².

Localisation :

Stations de Bordo et Bareng en Guinée et station de Cinzana au Mali.
Une parcelle d'environ 1 ha de surface sur chaque station a été choisie.

3.2.2 Mise au point phytotechnique

Responsable : J. Gigou

Objectif

Le test permettra de rechercher parmi les éléments N, P, K, Ca et autres, ceux qui montrent un effet sur la croissance du fonio et méritent donc d'être intégrés dans l'essai de 2007. En effet, il est possible qu'aucun élément autre que le phosphore n'ait un impact net.

Localisation

Stations de Bordo et Bareng en Guinée.
Cet essai sera installé sur deux parcelles homogènes (ou deux extrémités d'une même parcelle) et ce au sein de chaque station. En d'autres termes, sur chaque site, 2 répétitions de cet essai préliminaire seront mises en place.

3.2.3 Réponse aux nutriments

Responsable : J. Gigou

Objectif

Évaluer la réponse du fonio à différentes modalités de fertilisation (N,P et K) en fonction des résultats obtenus dans l'essai de mise au point phytotechnique mené en Guinée. Cet essai se déroulera en 2007 et 2008 et son protocole sera défini ultérieurement.

Localisation

Cet essai sera installé en Guinée, au Mali et au Burkina. Les zones d'implantation de l'essai restent encore à définir.

3.2.4 Ajustement d'un modèle agro-climatique fonio

Responsable : F. Forest

L'objectif, à terme, est de disposer d'un outil permettant de définir le potentiel de production de biomasse en adaptant au fonio le modèle agro-climatique SARRAH mis au point sur Sorgho et de définir ainsi l'écart entre le 'potentiel' et le 'réalisé'.

Outre la collecte des données climatiques qui est un préliminaire essentiel à la conception du modèle, deux étapes de conception nous sont apparues importantes. D'une part, l'étude de la réponse à la photopériode (modélisation du développement phénologique du fonio couplée à la modélisation de l'évolution du rapport biomasses aériennes/biomasses souterraines) et d'autre part, l'intégration des données météorologiques et de réponse à la photopériode dans le modèle proprement dit.

3.2.4.1 Base de données agro-climatique sur le fonio

Responsable : M. Vaksman

Pendant toute la durée du projet, une série de données météorologiques seront collectées. Cette collecte se fera :

- Sur les sites d'expérimentation en station (pluviométrie journalière, durée d'insolation, température, humidité relative).
- Dans les villages faisant l'objet de l'enquête au sein desquels les essais multilocus seront installés (pluviométrie).

L'acquisition des pluviomètres nécessaire à l'organisation de ce suivi a été réalisée.

Il est également prévu de compiler les données de précipitations des 20 dernières années pour une vingtaine de stations pluviométriques. Le but étant de consolider les données sur le maillage régional en vue de la conception de la Base de Données à intégrer dans le modèle agro-climatique.

3.2.4.2 Réponse à la photopériode

Responsable : M. Vaksman

Objectifs :

Etudier la réponse à la photopériode des variétés de fonio incluses dans l'essai variétal. Parmi ces variétés, une variété locale réputée comme étant fortement photopériodique et une variété locale réputée comme étant non photopériodique seront intégrées.

Localisation :

Initialement, ces essais devaient uniquement être réalisés à la station de l'IER de Sotuba en 2006. Néanmoins, l'IRAG a décidé de participer à l'essai. Un essai similaire est dès lors installé en Guinée à Bordo.

3.2.4.3 Ajustement du modèle agro-climatique

Responsable : F. Forest

Objectifs :

Intégrer les caractéristiques propres au fonio dans les modèles de prévision de la croissance et du développement des cultures.

Réalisation de zonages agroclimatiques des variétés de fonio. Pour une variété donnée on cherche à déterminer la zone optimale de culture en fonction des objectifs de productions (culture de soudure ou production de grains).

Localisation :

L'ajustement des modèles se fera essentiellement à la station de Sotuba. Les essais de validation seront réalisés dans tous les sites partenaires du projet au Mali, au Burkina Faso et en Guinée.

4 Conception des expérimentations de terrain appropriées concernant la caractérisation variétale

4.1 Comparaison par des essais « en station »

Chercheur responsable : N’Famara Cissé

Bordo (Guinée) : N’Famara Cissé, Jacques Gigou, Famoï Bévogui

Bareng (Guinée) : Thierno Alimou Diallo, Alhassane Baldé, Ansoumane Sané

Cinzana (Mali) : Moussa Daouda Sanogo

Justification :

Dans le projet Inco-Fonio, il est prévu en 2006 et 2007, des essais variétaux, avec les 12 meilleurs cultivars, choisis pendant les précédents projets fonio, dans les trois pays : Mali, Burkina Faso et Guinée. Une évaluation du pouvoir germinatif des semences en stock est réalisée.

Objectif : Identifier des variétés performantes, à large adaptabilité, présentant des caractéristiques technologiques et commerciales appréciables.

Localisation :

♦ En Guinée : station de Bordo/ Kankan et station de Bareng (Fouta Djallon)

♦ Au Mali : Station de Cinzana

Choisir une parcelle homogène sur chaque station

Traitements :

12 traitements : correspondant à 12 variétés à choisir parmi les variétés disponibles à Kankan et à Bareng

Dispositif :

- Blocs de Fisher à 4 répétitions et 12 traitements.
- parcelle élémentaire = 5 m x 3 m = 15 m². Toute la parcelle sera récoltée pour analyse sans élimination de bordure.
- allée de 1 m entre parcelles à l’intérieur d’un bloc.
- allée de 1,5 m entre blocs.
- Numérotation des parcelles :
 - bloc 1 de 101 à 112 ;
 - bloc 2 de 201 à 212 ;
 - bloc 3 de 301 à 312 ;
 - bloc 4 de 401 à 412 ;
- les semences seront fournies aux observateurs à raison de 1 sachet pour chaque parcelle.
- la randomisation ne sera pas communiquée aux observateurs (essai en aveugle)
- zone de défense = 2 m tout autour de l’essai.
- surface de l’essai, allées comprises : $28,5 * 55 = 1567,5 \text{ m}^2$.

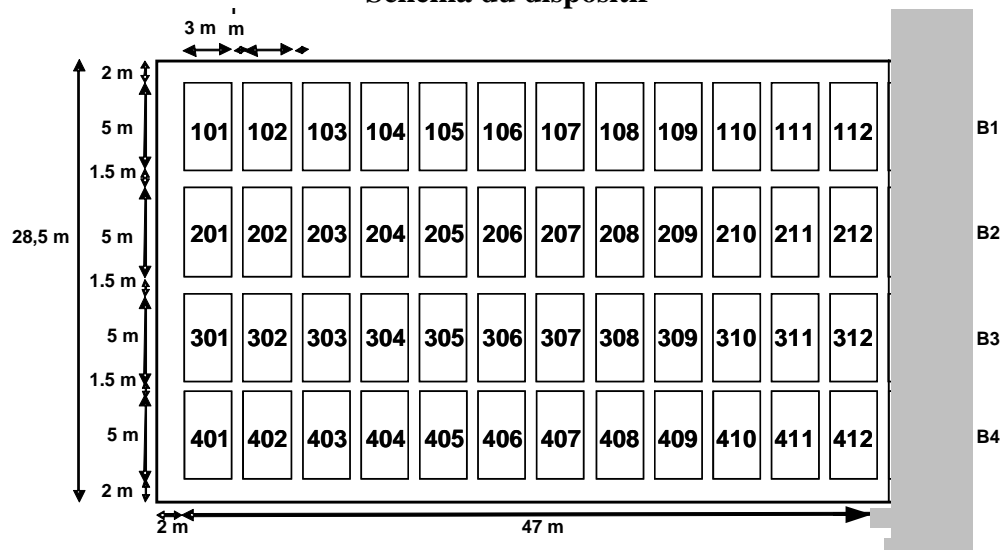
Conduite de l'essai :

- choisir un terrain homogène et le préparer suivant les pratiques culturales locales, en évitant cependant les actions qui peuvent augmenter l'hétérogénéité telles que le brûlis en tas.
- semis à la volée à raison de 30 kg/ha (soit 45 g par parcelle élémentaire)
- recouvrement des semences à la main ou avec des branchages
- pas de fumure ni de protection phytosanitaire
- nettoyage des allées et désherbage manuel des parcelles à la demande (3 passages)
- surveiller les parcelles (gardiennage contre les oiseaux, les rongeurs et autres animaux)
- Récolte à la faucille de toute la parcelle, en coupant au ras du sol. Lier en bottes avec deux étiquettes indiquant le numéro de la parcelle.
- Peser la botte à la récolte, puis après séchage à l'air pendant 5 jours.
- Battage. Pesée des grains et des pailles

Données à recueillir :

- description sommaire du type de sol et des précédents culturaux
- pluviométrie : relevé des pluies quotidiennes sur la station
- températures quotidiennes, minima et maxima, au cours de la saison
- les données disponibles sur l'évaporation
- phase végétative (observations par parcelles élémentaires)
 - levée : % de levée 6-8 jours après semis : notation de 1 à 5
(1= très mauvais ; 2= mauvais, 3= moyen ; 4= bon ; 5= très bon)
 - hauteur des plants à 45 JAS et à 50% de floraison : faire 5 mesures sur les diagonales de la parcelle
 - date à 50% de floraison
 - Si l'on observe des dégâts d'insectes, de maladies, de rongeurs et autres, on fera des notations spécifiques (notation de 1 à 3, avec 1 = 0-25% des pieds attaqués ; 2 = 25-50% des pieds attaqués ; 3 = >50% des pieds attaqués).
- phase de maturation (par parcelles élémentaires)
 - attaque de maladies, insectes, rongeurs et autres (notation de 1 à 3, voir ci-dessus)
 - noter les dates des stades grains laitieux et grains cireux
 - au moment de la maturation, noter la date où les tiges prennent une couleur paille
 - égrenage = noter les variétés qui présentent un égrenage fort dès la maturité
 - pourcentage de hors type (évaluation visuelle du pourcentage)
 - poids en gerbe (paille + grains) par parcelle, à la récolte, puis après séchage à l'air pendant 5 jours.
 - poids des grains, par parcelle, après battage et vannage
 - poids des pailles par parcelle
 - si possible, mesure de l'humidité des grains avec un humidimètre.

Schéma du dispositif



Besoin en intrants :

Semence : environ 200 g par variété et par essai (4 * 45 g)

Randomisation :

Un schéma en 4 blocs aléatoires complets sera mis en place.

5 Conception des expérimentations de terrain appropriées concernant l'amélioration des performances de l'environnement biophysique du système de culture

5.1 Essai à blanc

Chercheur responsable : Michel Vaksman

Bordo (Guinée) : Gigou Jacques, Gansilé Nieba

Bareng (Guinée) : Thierno Alimou Diallo, Alhassane Baldé, Ansoumane Sané

Cinzana (Mali) : Moussa Daouda Sanogo

Justification :

Le projet Inco-fonio a prévu de faire un essai à blanc en 2006, pour préparer le terrain pour un essai de fertilisation en 2007.

Cet essai à blanc consiste à faire une culture uniforme en 2006, pour épuiser le sol en éléments minéraux et pour repérer des zones de sol sensiblement homogène, qui seront utilisées pour implanter l'essai de fertilisation en 2007.

Pour épuiser le sol, il faut une culture qui pousse bien, à laquelle on apporte des engrais azotés. Au Mali et au Burkina, on utilisera du mil, fertilisé à environ 50 unités d'azote par ha. En Guinée, le mil n'est presque pas cultivé, et les autres grandes céréales ne conviennent pas car elles ne poussent guère sur les terres à fonio, sans une fertilisation abondante, notamment en phosphore. En conclusion, dans le cadre de cet essai, on plantera du fonio ou du mil selon les pratiques locales.

Objectif : Faire une culture uniforme, que l'on récoltera par parcelles adjacentes de 50 m², pour tester l'homogénéité de la parcelle.

Localisation :

♦ En Guinée : Stations de Bordo et Bareng

♦ Au Mali : Station de Cinzana

Choisir une parcelle d'environ 1 ha de surface sur chaque station.

Matériel végétal : sur chaque station, on choisira un cultivar de la région, à fort développement végétatif.

♦ Cultivars de fonio en Guinée : A Bordo : cultivar *Fonibagbè* ; à Bareng : Siragbé.

♦ Cultivar de mil au Mali : A Cinzana, cultivar *CzSyn 00-02*.

Traitements :

Culture homogène. Pas de traitements différenciés.

Fertilisation

100 kg d'urée par ha (46 N), apporté en deux fois : 1) 50 kg/ha au semis ; 2) 50 kg/ha à 45 JAS.

Dispositif :

Le dispositif consistera dans le mode de récolte : en petites parcelles adjacentes de 5 m * 10 m (soit 50 m²). Les parcelles élémentaires seront numérotées suivant les lignes (dans la longueur) et les colonnes (dans la largeur) :

L1C1	L1C2	L1C3	L1C4	L1C5	L1C6	etc.
L2C1	L2C2	L2C3	L2C4	L2C5	L2C6	etc.
L3C1	L3C2	L3C3	L3C4	L3C5	L3C6	etc.
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.

Conduite de l'essai :

Culture uniforme suivant la méthode des paysans, mais avec deux apports d'urée. Prévoir :

- faire un prélèvement de terre d'origine, que l'on conservera pour analyses éventuelles. Pour cela, prélever un échantillon composite de terre de l'horizon 0-20 cm, à partir de 20 prises à la daba, réparties sur toute la parcelle. Mélanger soigneusement la terre et prendre un échantillon moyen d'environ 1 kg, qui sera séché puis conservé soigneusement.
- un labour au tracteur + un hersage
- semis à la volée (30 kg/ha de semence pour le fonio et 4 kg/ha pour le mil), recouvert à la daba ou à l'aide de branchages
- marquer les lignes de base des parcelles élémentaires dès le semis
- désherbage manuel suivant les besoins
- apport de l'urée à la volée : épandre de façon aussi uniforme que possible

Récolte :

Sur chaque parcelle élémentaire, on fera successivement : récolte ; pesée en frais puis après séchage à air pendant 5 jours ; battage ; pesée des grains séchés au soleil pendant 5 jours et des pailles.

Résultat :

Faire un tableau avec les poids par parcelle élémentaire, désignée par sa ligne et sa colonne, pour :

- le poids de la botte fraîche à la récolte
- le poids de la botte après séchage à l'air
- le poids de grains
- le poids de paille

Besoins en intrants

Engrais : Urée : 100 kg

Semence : 30 kg

5.2 Mise au point phytotechnique

Chercheur responsable : Gigou Jacques

Bordo (Guinée) : Gigou Jacques, Gansilé Nieba

Bareng (Guinée) : Thierno Alimou Diallo, Alhassane Baldé, Ansoumane Sané

Justification :

Le projet Inco-fonio a prévu une expérimentation sur la fertilisation du fonio, qui sera réalisée en 2007 et 2008, sous la forme d'un essai coordonné entre les trois pays participants, la Guinée, le Mali, et le Burkina Faso. Lors de la réunion de lancement de ce projet à Bamako, du 22 au 24 mars 2006, il a été prévu qu'un test d'orientation serait réalisé en 2006, à Bordo et Bareng, pour préparer l'essai de 2007 et 2008.

Le fonio est une culture très rustique, qui peut pousser même dans des sols très acides et très pauvres. En conséquence, on attend des réponses au phosphore et à l'azote, à des doses modestes, mais peut-être aussi des réponses à d'autres éléments, tels que Mg ou Ca, qui sont peu abondants dans les sols acides. La fiche technique du fonio, proposée par le CRA de Bareng, conseille l'apport de 75 kg/ha de superphosphate. L'azote à faible dose a un effet favorable, mais à plus forte dose, il entraîne une exubérance végétative et une diminution des rendements en grains.

Objectif : Le test permettra de rechercher parmi les éléments N, P K et autres ceux qui montrent un effet sur la croissance du fonio, et méritent donc d'être intégrés dans l'essai de 2007. Il est possible qu'aucun élément autre que P ne montre une réponse nette.

Localisation : stations de Bordo et Bareng

Choisir deux parcelles homogènes sur chaque station (ou deux extrémités d'une même parcelle)

Matériel végétal : on choisira un cultivar de fonio à forte croissance, très utilisé dans la région. A Bordo : Cultivar *Fonibagbè* ; à Bareng : *Siraguè*.

Traitements :

Le test sera organisé de façon très simple :

	seul	+ fumier	+ urée	+ TSP	+ KCl	+ PNT	+ D1 dolomie	+ D2 dolomie	+ CaSO4	
sans NPK	T1S	T2S	T3S	T4S	T5S	T6S	T7S	T8S	T9S	etc.
avec NPK	T1A	T2A	T3A	T4A	T5A	T6A	T7A	T8A	T9A	etc.

On fera deux bandes : l'une sans fertilisation (sans NPK) et l'autre avec une fertilisation standard (avec NPK). La fertilisation NPK sera de 150 kg/ha de 15-15-15.

On recoupera ces deux bandes avec des apports supplémentaires d'autres éléments :

- seul : pas d'autre apport
- + fumier : apport de 3 t/ha de fumier (apport de tous les éléments)
- + urée, à la dose de 50 kg / ha (l'excès d'azote nuit au fonio)
- + TSP (phosphore super triple) à la dose de 50 kg/ha
- + KCl (chlorure de potassium) à la dose de 50 kg/ha
- + PNT (phosphate naturel du Tilemsi, au Mali) à la dose de 300 kg/ha. Le PNT apporte P et Ca. Relativement soluble dans les sols acides, il a un bon effet dès la première année après son apport.
- + D1 = Dolomie à 300 kg/ha qui apporte Ca et Mg
- + D2 = Dolomie à 3000 kg/ha, amendement pour augmenter le pH du sol
- + CaSO₄, sous forme de plâtre à la dose de 300 kg/ha qui apporte Ca et S
- + CaNO₃, sous forme de plâtre à la dose de 50 kg/ha qui apporte du Ca très facilement assimilable et de l'azote
- + oligo-éléments = Borax (6,7 kg/ha) + ZnSO₄ (6,7 kg/ha)

Dispositif :

Tests sans répétition. On fera 4 tests : 2 à Bareng et 2 à Bordo.

Parcelles élémentaires de 5 m x 3 m = 15 m². Toute la parcelle sera récoltée sans élimination de bordure.

Distance entre les parcelles : 1 m. Zone de défense = 2 m tout autour de l'essai. Ces allées seront sarclées.

Pour chaque test, on aura donc deux bandes de 5 m de largeur chacune, séparées par une allée de 1m et bordées par deux allées de 2 m. Le test entier aura 15 m de largeur, allées comprises. La longueur du test dépendra du nombre de traitements, à raison de 3m de parcelle + 1m d'allée par traitement. Pour 10 traitements, la longueur sera = (10*3m) + 9*1m) + (2*2m) (correspondant à 10 parcelles, 9 allées et 2 bordures).

Pesée des engrais : (pour deux tests de 10 traitements chacun)

Nature	kg/ha	g/15m ²	nb /test	nb / 4 tests	sachets supplément	nb total
15-15-15	150	225	11	44	4	48
urée	50	75	2	8	2	10
TSP	50	75	2	8	2	10
KCl	50	75	2	8	2	10
PNT	300	450	2	8	2	10
D1-Dolomie	300	450	2	8	2	10
D2-Dolomie	3000	4500	2	8	2	10
CaSO ₄ (plâtre)	300	450	2	8	2	10
Nitrate Ca	50	75	2	8	2	10
Oligo-éléments			2	8	2	10
- Borax	6,7	10				
+ ZnSO ₄	6,7	10				

Préparer ces engrais à l'avance dans des sachets plastique doublés et bien étiquetés.

Pesée du fumier

Nature	kg/ha	g/15m ²	nb /test	nb / 4 tests	sachets supplément	nb total
fumier	3000	4500	2	8	2	10

Conduite de l'essai :

- choisir un terrain homogène et le préparer suivant les pratiques culturales locales, en évitant cependant les actions qui peuvent augmenter l'hétérogénéité telles que le brûlis en tas des déchets
- prélever un échantillon composite de terre de l'horizon 0-20 m, à partir de 20 prises à la daba, soigneusement mélangées. Le conserver après séchage, pour le cas où, au vu des résultats de la culture, une analyse de terre apparaîtrait souhaitable
- labour au tracteur
- piquetage des parcelles
- apport du fumier et des engrais, sauf l'urée. On les épandra uniformément sur la terre labourée, puis on les enfouira par un léger travail à la daba
- semis à la volée à raison de 30 kg/ha, soit 270 g/parcelle. On choisira une mesurette qui donne un poids de graine d'environ 45g.
- recouvrement des semences à la main ou avec des branchages
- apport de l'urée à la volée environ 45 jours après semis
- pas de protection phytosanitaire
- désherbage manuel des parcelles à la demande (3 passages)
- nettoyage des allées
- gardiennage : surveiller les parcelles contre les oiseaux et les autres animaux
- récolte par parcelle, pesée des bottes par parcelle dès la récolte puis après séchage à l'air pendant 5 jours
- battage, pesée des grains et des pailles.

Données à recueillir :

- description sommaire du type de sol et des précédents culturaux
- pluviométrie : relevé quotidien des pluies pour l'année
- calendrier cultural : noter toutes les dates d'intervention et leur résultat
- stade végétatif : noter les dates de levée, tallage, début épiaison, maturité
- état de la végétation : noter chaque semaine la couleur, la croissance et l'aspect général de chaque parcelle.
 - + la couleur sera notée : JJ, J, VJ, V, VV, suivant que la parcelle est plus ou moins jaune ou verte
 - + la croissance sera notée de 1 à 5 (1= très faible ; 2 = faible ; 3 = moyen ; 4 = bon ; 5 = croissance exubérante)
 - + l'aspect général sera noté de 1 à 5 (1= très mauvais aspect, 2= mauvais aspect, 3 = correct ; 4 = bon ; 5 = très bon)
- poids total des parties aériennes, poids des grains, poids de pailles, par parcelle

Besoins en intrants

Fumier : environ 25 kg par centre

Engrais :

NPK (15-15-15) : 12 kg environ

Urée : 1 kg

TSP : 1 kg

KCl : 1 kg

PNT : 5 kg

Dolomie : 50 kg

Plâtre : 5 kg

Nitrate de calcium: 1 kg

Borax = 100 g

ZnSO₄ : 100 g

Semence : environ 2 kg par centre

5.3 Réponse à la photopériode

Chercheur responsable : Michel Vaksman

Bordo (Guinée) : N'Famara Cissé, Jacques Gigou

Justification :

Dans le projet Inco-Fonio, il est prévu en 2006 de caractériser les variétés de fonio, en particulier pour leur photopériodisme. Le présent protocole correspond à la proposition de participation de la Guinée à cette étude. Elle est conçue en étroite collaboration avec M. Vaksman à Bamako, afin que le chercheur responsable, N'Famara Cissé, se familiarise avec ce type d'étude.

Objectifs : Etudier la réponse à la photopériode des variétés de fonio incluses dans l'essai variétal. Parmi ces variétés, une variété locale est réputée fortement photopériodique et une autre variété locale est réputée non photopériodique.

Localisation : station de Bordo

Traitements :

Facteur 1 : date de semis à 3 niveaux

D1 = 20 juin

D2 = 10 juillet

D3 = 30 juillet

Facteur 2 : variétés à 14 niveaux

- les 13 variétés de l'essai variétal

Dispositif :

Le dispositif statistique est le split plot à 4 répétitions.

La parcelle élémentaire = 1 ligne = 1 variété. Il faut 168 lignes pour l'ensemble de l'essai.

Disposition sur le terrain : l'essai est composé de :

- 4 grands blocs subdivisés en 3 sous blocs qui correspondent aux 3 dates de semis
- 1 sous - bloc = 13 lignes (1 ligne par variété, la première ligne étant sur le bord)
- 1 ligne = 3 m de longueur
- interligne = 1m
- allée = 1,5 m entre sous-blocs et allée = 2 m entre les grands blocs.
- dimensions du sous - blocs = 3 m x 12 m = 36 m²
- dimension de l'essai allées comprises = 22 m x 43 m = 946 m².

Conduite de l'essai :

- Choisir un site homogène, le nettoyer et procéder au labour plus hersage.
- Faire le piquetage conformément au schéma de l'essai.
- Semer en poquet (distance inter poquet = 20 cm). Se conformer aux dates indiquées dans les traitements.
- Pas d'application d'engrais ni d'herbicides.
- L'entretien se fera à la demande (nettoyage des allées, désherbage à l'intérieur des lignes).

Observations :

- caractérisation de la parcelle d'expérimentation (jachère ou précédent cultural, nature du sol, etc.)
- relevé de la pluviométrie quotidienne sur la station
- date de début du tallage
- date d'apparition de la feuille drapeau
- verse : note de 1 à 5 (1=complètement versé ; 2= versé ; 3= moyennement versé, les panicules sont bien redressées, partiellement versé ; 5= non versé)
- autres observations liées aux maladies et aux prédateurs

Randomisation de l'essai :

Bloc 1

D1	D1V3	D1V7	D1V12	D1V4	D1V10	D1V2	D1V5	D1V9	D1V11	D1V13	D1V8	D1V1	D1V6
D2	D2V8	D2V1	D2V10	D2V12	D2V6	D2V4	D2V9	D2V5	D2V7	D2V11	D2V3	D2V13	D2V2
D3	D3V3	D3V9	D3V12	D3V10	D3V4	D3V2	D3V6	D3V1	D3V7	D3V5	D3V8	D3V13	D3V11

Bloc 2

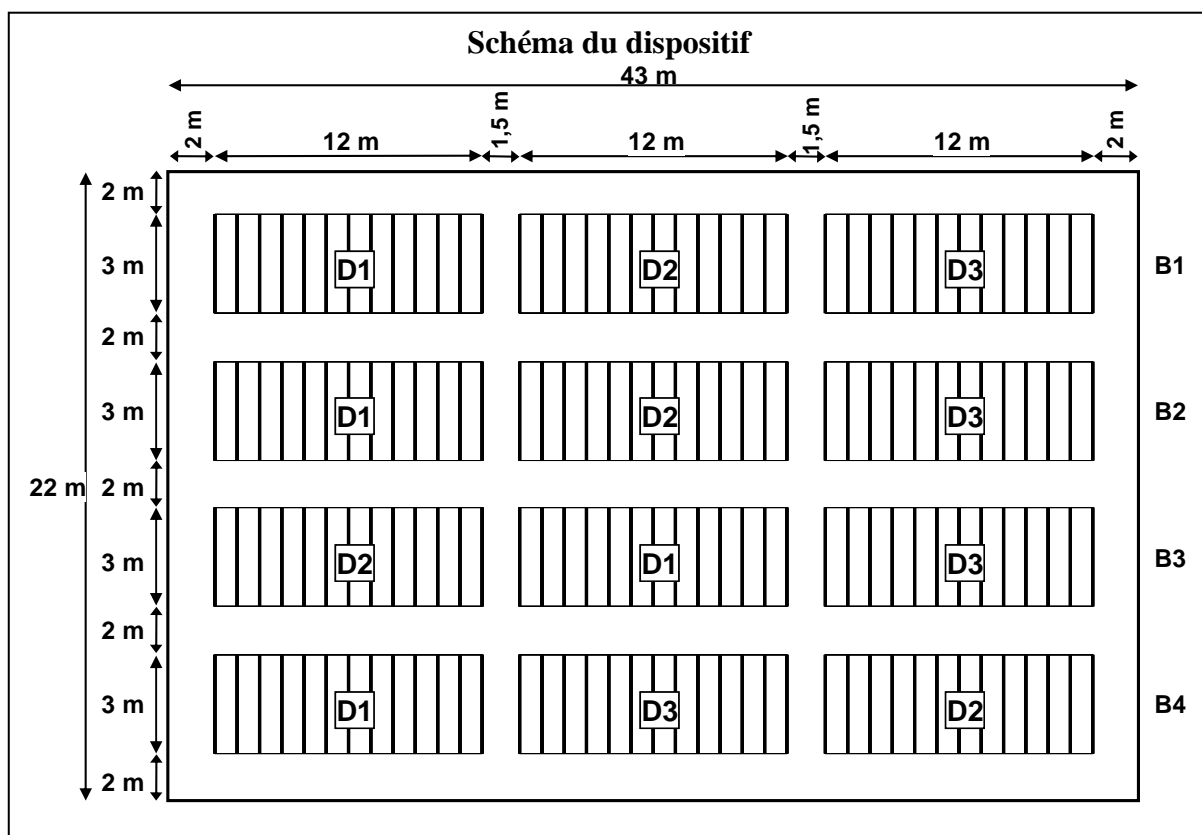
D1	D1V13	D1V9	D1V1	D1V3	D1V6	D1V12	D1V10	D1V8	D1V11	D1V7	D1V5	D1V4	D1V2
D2	D2V10	D2V4	D2V6	D2V5	D2V1	D2V11	D2V9	D2V13	D2V2	D2V7	D2V8	D2V3	D2V12
D3	D3V9	D3V13	D3V7	D3V1	D3V3	D3V4	D3V5	D3V8	D3V11	D3V12	D3V6	D3V2	D3V10

Bloc 3

D2	D2V12	D2V9	D2V3	D2V2	D2V5	D2V6	D2V13	D2V4	D2V10	D2V8	D2V7	D2V1	D2V11
D1	D1V7	D1V3	D1V10	D1V12	D1V9	D1V2	D1V11	D1V4	D1V8	D1V6	D1V5	D1V13	D1V1
D3	D3V13	D3V11	D3V12	D3V8	D3V4	D3V5	D3V9	D3V7	D3V3	D3V2	D3V6	D3V1	D3V10

Bloc 4

D1	D1V8	D1V4	D1V1	D1V9	D1V3	D1V13	D1V6	D1V10	D1V5	D1V11	D1V7	D1V2	D1V12
D3	D3V5	D3V12	D3V13	D3V7	D3V11	D3V3	D3V8	D3V10	D3V1	D3V6	D3V2	D3V4	D3V9
D2	D2V4	D2V6	D2V5	D2V7	D2V12	D2V8	D2V11	D2V2	D2V1	D2V9	D2V3	D2V13	D2V10



5.4 Ajustement du modèle agro-climatique

Chercheur responsable : Michel Vaksman

Bordo (Guinée) : N'Famara Cissé, Jacques Gigou

Sotuba (Mali) : M. Vaksman

Justification :

L'évaluation des potentialités d'une variété pour un environnement demande une connaissance précise du comportement de la plante face à l'environnement et des pratiques culturales qui lui sont associées.

Les modèles de croissance et du développement utilisés en agronomie ont surtout été développés pour des cultures modernes souvent issues de la « révolution verte ». Ils simulent difficilement ce qui se passe dans des conditions de cultures sub-optimales et dans des environnements contraignants. Un progrès significatif a récemment été réalisé avec l'introduction du photopériodisme dans les procédures de calcul des modèles. Ce caractère systématiquement éliminé des variétés modernes, est très répandu parmi les écotypes traditionnels et joue un rôle décisif dans l'adaptation à la variabilité climatique.

Objectifs :

Intégrer les caractéristiques propres au fonio dans les modèles de prévision de la croissance et du développement des cultures.

Réalisation de zonages agroclimatiques des variétés de fonio. Pour une variété donnée on cherche à déterminer la zone optimale de culture en fonction des objectifs de productions (culture de soudure ou production de grains).

Localisation : Station de Sotuba

Dispositifs et méthodologie :

a) Choix du modèle : Nous utilisons un modèle développé initialement pour le sorgho (Folliard et al., 2004)*. Ce modèle considère que les durées du jour élevées inhibent la mise à fleur. L'initiation paniculaire se produit lorsque la durée du jour descend en dessous d'un seuil qui dépend de l'âge de la plante. Ce modèle a récemment été introduit dans la plateforme de modélisation des cultures Ecotrop du Cirad qui servira de base pour la réalisation de l'étude.

* Folliard, A., Traore, P.C.S., Vaksman, M., Kouressy, M., 2004, Modeling of sorghum response to photoperiod: a threshold-hyperbolic approach: Field Crops Research, v. 89, p. 59-70.

b) Modélisation de la phénologie : Pour prévoir la durée du cycle d'une variété le modèle nécessite le calcul de trois coefficients génétiques (Fig. 1) :

- **P1** est le temps thermique minimale nécessaire à l'initiation paniculaire. Il s'agit d'une période juvénile pendant laquelle la mise à fleur n'est pas possible quelles que soient les conditions de photopériode et de température. On estime P1 à partir de la date de semis ayant produit le cycle le plus court.
- **Psat** est la photopériode en dessous de laquelle la durée de période végétative reste constante (égale à P1).
- **Pbase** est une photopériode au-dessus de laquelle l'initiation paniculaire n'est plus possible.

Les paramètres P1, Psat et Pbase peuvent être calculés à partir des résultats obtenus dans un essai comportant plusieurs dates de semis.

Pour mieux cerner la réaction à la photopériode du fonio on réalisera des semis sous différentes conditions de photopériodes. Des semis réalisés en avril et juin permettent d'aborder le cas des photopériodes longues et croissantes, les semis de juillet permettent d'aborder le cas de photopériodes longues et décroissantes, le semis d'août et septembre permettent d'aborder le cas de photopériodes courtes et décroissantes (fig.2).

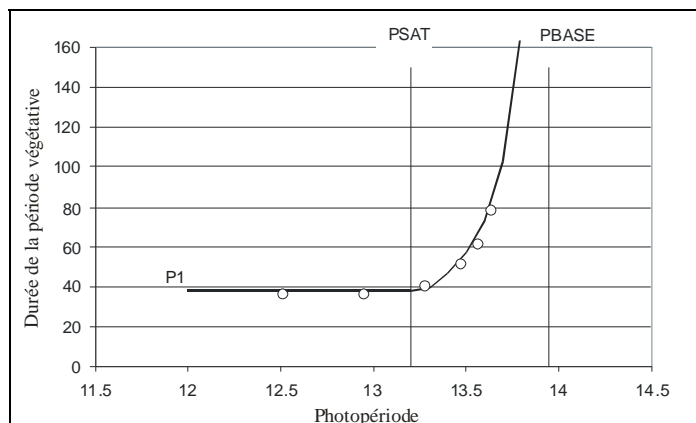


Fig. 1 – Relation hyperbolique entre la photopériode et la durée de la période végétative d'une céréale photopériodique. Mise en évidence des 3 coefficients génétiques.

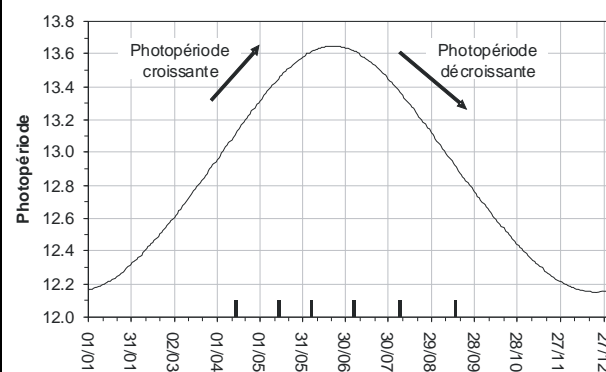


Fig. 2 : Evolution de la photopériode au cours de l'année à Bamako – L'emplacement des différentes dates de semis est marqué par un trait vertical gras.

Modélisation de la production de biomasse : Les mesures de surface spécifique (SLA) et des relations d'allométrie entre les biomasses des différents organes (racines, tiges, feuilles et panicules) seront réalisées à Sotuba en pots de végétations puis en plein champs.

Validation du modèle : Il s'agira d'obtenir un jeu de données phénotypiques indépendant de celui ayant servi pour le calage des coefficients du modèle. On vérifie que la phénologie prévue correspond bien à ce qui est observé. Pour cela on peut utiliser des essais réalisées en seconde année, sur une plus large gamme de dates de semis ou sous d'autres latitudes (Cinzana et Kankan).

Les essais agronomiques réalisés à Cinzana, kankan et Bareng permettront de réaliser des mesures de validation et de calage des modèles (mesure régulières de la production de tiges, feuilles et panicules 30 jours après semis, à l'épiaison et à la récolte).

6 Conclusion

Les protocoles relatifs aux nouveaux essais qui seront menés en 2007 et 2008 seront présentés dans les rapports saisonniers d'expérimentations.